

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ НА FPGA

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано роль систем автоматизованого проєктування для FPGA. Розглянуто приклади застосування нечітких множин. Запропоновано FPGA-проєкт, спрямований на розробку вбудованих систем для обробки сигналів реального часу.

Ключові слова: САПР, FPGA, Нечіткі множини.

Abstract

The role of automated design systems for FPGA is shown. Various applications of fuzzy sets are considered. An FPGA project aimed at the development of embedded systems for real-time signal processing is proposed.

Keywords: CAD, FPGA, Fuzzy sets.

Вступ

Системи автоматизованого проєктування для програмованих логічних матриць вимагають нових підходів для вирішення задач з оптимізації, шляхом максимізації продуктивності та ефективності використання ресурсів. У сучасному швидкозмінюваному середовищі, де технології постійно розвиваються, а вимоги до швидкості та надійності зростають, нечіткі множини стають потужним інструментом для оптимізації та прийняття рішень в умовах невизначеності та амбігвності.

Основна частина

FPGA (Field-Programmable Gate Array) [1-3] - це тип програмованої логічної інтегрально мікросхеми, який дозволяє інженерам легко реалізувати розроблений пристрій. FPGA можуть бути програмовані для виконання широкого спектру логічних функцій, що робить їх ефективними для різноманітних застосувань, включаючи обробку сигналів, системи зв'язку, автоматизацію в промисловості, медичне обладнання та багато іншого.

У контексті України, FPGA можуть знайти застосування в різних галузях, включаючи, але не обмежуючись:

1. Військова техніка та оборонні системи: Україна активно розвиває свою військову промисловість, і FPGA можуть використовуватися для створення гнучких, високопродуктивних систем управління озброєнням, радіолокаційних систем, систем зв'язку тощо.
2. Телекомунікації: З розвитком інфраструктури зв'язку FPGA можуть використовуватися для розробки високошвидкісних мережевих пристроїв, які підтримують сучасні стандарти зв'язку.
3. Промислова автоматизація: FPGA знаходять застосування в контролерах промислових процесів, машинах з ЧПУ, системах моніторингу та управління виробництвом.
4. Наукові дослідження: ВНЗ і науково-дослідні інститути можуть використовувати FPGA для експериментальних установок, обробки даних у великих наукових експериментах, наприклад, в фізиці високих енергій.

5. IT та розробка електроніки: У сфері розробки програмного забезпечення та електроніки FPGA дозволяють створювати гнучкі та ефективні рішення для тестування і верифікації нових технологій і продуктів.

Оскільки FPGA дозволяє швидко модифікувати та оновлювати апаратне забезпечення, вони є важливим інструментом для інновацій та розвитку в багатьох галузях. Україна має потенціал для розвитку технологій на основі FPGA, включаючи освіту, дослідження та комерційні застосування.

Нечіткі множини - це математичний інструмент, який дозволяє моделювати нечіткі або неясні концепції, в яких елементи можуть належати множині частково або з певною ступеневою достовірністю. Вони відіграють ключову роль у багатьох галузях науки та техніки, а їх використання дозволяє ефективно моделювати та управляти нечіткістю, невизначеністю та різноманітністю в інформації.

Використання нечітких множин у системах автоматизованого проектування для програмованих логічних матриць може призвести до значного покращення результативності та ефективності в процесі проектування та оптимізації FPGA.

Важливою стратегією для оптимізації та прийняття рішень в САПР є моделювання нечіткості. В процесі проектування FPGA часто зустрічаються нечіткі параметри, такі як час відгуку, споживана потужність та електромагнітна сумісність. Використання нечітких множин дозволяє моделювати цю нечіткість та робити розумні рішення на основі приблизних даних.

Нечіткі множини можуть бути використані для оптимізації використання ресурсів FPGA. Наприклад, при визначенні розмірів буферів або швидкості блоку нечіткі множини можуть допомогти врахувати різні сценарії використання та робити оптимальні вибори.

У вбудованих системах, де потужність є критичним параметром, нечіткі множини можуть використовуватися для динамічного управління напругою та частотою FPGA залежно від вимог завдання та робочого навантаження.

Великою перевагою використання нечіткої множин у проектах з великою кількістю паралельних обчислень є їхня здатність до оптимального розподілу завдань між різними обчислювальними блоками. Це особливо корисно в умовах великої невизначеності та динамічних змін в навантаженні. Такі множини дозволяють ефективно керувати розподілом завдань, враховуючи різноманітні фактори, які можуть впливати на процес обчислень.

На основі прикладів використання множин запропоновано FPGA-проект, спрямований на розробку вбудованих систем для обробки сигналів реального часу. Однією з ключових вимог є оптимальне використання ресурсів FPGA та забезпечення стабільної продуктивності в змінних умовах роботи за допомогою декількох задач:

1. Управління енергоспоживанням:

Задача: Динамічне управління напругою та частотою FPGA для забезпечення енергоефективності.

Використання нечітких множин:

Введені нечіткі множини для моделювання невизначеності у споживанні потужності та визначення оптимальних параметрів.

Опис процесу:

Визначення параметрів:

Y1: Параметр споживаної потужності.

Y2: Частота роботи FPGA.

Лінгвістичні змінні та база правил:

e1 (Низьке споживання), e2 (Середнє споживання), e3 (Високе споживання).

f1 (Низька частота), f2 (Середня частота), f3 (Висока частота).

База правил для визначення оптимальних параметрів.

Обчислення ступенів належності:

Значення $X^* = (7, 3)$ вводиться в правила.

Розрахунок $\mu(e1)$, $\mu(e2)$, $\mu(e3)$, $\mu(f1)$, $\mu(f2)$, та $\mu(f3)$.

Вибір оптимального рішення:

Обираються комбінації параметрів Y1 та Y2 з максимальними ступенями належності.

2. Оптимізація ресурсів:

Задача: Визначення розміру буферів або швидкості блоку для різних модулів проекту.

Використання нечітких множин:

Введені нечіткі множини для врахування невизначеності у вхідних параметрах та прийняття рішень щодо оптимальних значень.

Опис процесу:

Визначення параметрів:

Z1: Розмір буферів.

Z2: Швидкість клоку.

Лінгвістичні змінні та база правил:

z1 (Малий розмір), z2 (Середній розмір), z3 (Великий розмір).

w1 (Низька швидкість), w2 (Середня швидкість), w3 (Висока швидкість).

База правил для визначення оптимальних параметрів.

Обчислення ступенів належності:

Значення $X^* = (5, 3)$ вводиться в правила.

Розрахунок $\mu(z1)$, $\mu(z2)$, $\mu(z3)$, $\mu(w1)$, $\mu(w2)$, та $\mu(w3)$.

Вибір оптимального рішення:

Обираються комбінації параметрів Z1 та Z2 з максимальними ступенями належності.

3. Адаптація до змін у завданнях:

Задача: Проєкт має адаптуватися до різних видів обчислювальних завдань.

Використання нечітких множин:

Введені нечіткі множини для створення адаптивних стратегій, які реагують на зміни у завданнях та умовах роботи.

Опис процесу:

Визначення вхідних параметрів:

A1: Параметр адаптивності 1.

A2: Параметр адаптивності 2.

Лінгвістичні змінні та база правил:

a1 (Низька адаптивність), a2 (Середня адаптивність), a3 (Висока адаптивність).

База правил для визначення оптимальних значень A1 та A2.

Обчислення ступенів належності:

Значення $X^* = (5, 3)$ вводиться в правила.

Розрахунок $\mu(a1)$, $\mu(a2)$, та $\mu(a3)$.

Вибір оптимального рішення:

Обирається комбінація параметрів A1 та A2 з максимальними ступенями належності.

Висновок

Використання нечітких множин у системах автоматизованого проєктування для програмованих логічних матриць стає важливим елементом сучасного інженерного підходу, дозволяючи досягти високого рівня оптимальності та ефективності на всіх етапах життєвого циклу проєкту.

Моделювання нечіткості є ключовим чинником, який враховує складні умови та динаміку роботи систем, сприяючи прийняттю інтелектуальних рішень.

Системи автоматизованого проєктування, побудовані на основі нечітких множин, можуть ефективно оптимізувати та пристосовуватися до різноманітних викликів у процесі проєктування FPGA. Враховуючи важливість розвитку технологій та постійні зміни вимог, використання нечітких множин стає стратегічним кроком для досягнення високої продуктивності та конкурентоспроможності в сфері програмованих логічних матриць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What is an FPGA [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/what-is-an-fpga.html>
2. Вступ до FPGA: все що варто знати про програмовані матриці [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://dou.ua/forums/topic/31242/>

3. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проектування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 220 с.

Позняк Вероніка Андріївна – студентка групи ПІ-19мз, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: hitechnic6740011@gmail.com

Романюк Олександр Никифорович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Pozniak Veronika – student of group IPI-19me, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: hitechnic6740011@gmail.com

Romanyuk Alexander N. – Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of the Software Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.